

LOS MODOS DE TRANSPORTE URBANO Y METROPOLITANO: CLASIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS.

Montero Rubert, Ricardo

Sánchez Martínez, David

Tauste Martínez, Raúl

Titos López, José Manuel

1. Introducción

En este trabajo hemos pretendido hacer una exhaustiva clasificación de los sistemas de transporte urbanos y metropolitanos. Además de estudiar ligeramente su historia, lo que nos permite comprender su evolución, hemos pretendido dar a conocer las características de cada sistema de transportes que comparativamente tendrán unas ventajas y desventajas lo que determinará cuál es el más eficiente en unas u otras condiciones.

2. Antecedentes

En este apartado del trabajo hemos señalado una serie de innovaciones que en su día supusieron el germen de muchas tecnologías empleadas hoy en día en los distintos medios de transporte que luego clasificaremos.

2.1- Motor combustión interna

En 1876, una impactante idea técnica se hizo realidad: el ingeniero mecánico alemán, Nicolaus August Otto, construyó el primer motor de cuatro tiempos. Su principio de: inducción, compresión, ignición y extracción continúa siendo utilizado, sin modificaciones, en los motores fabricados en la actualidad usados en multitud de transportes urbanos.

El primer motor de combustión funcional, ya había sido construido por el belga Etienne Lenoir en 1859. Se trataba del motor a gas, que era similar a un motor de vapor horizontal, y que trabajaba con una mezcla de gas de iluminación y aire. El movimiento del pistón succionaba la mezcla de gases hacia el cilindro, donde era encendido con una chispa eléctrica. La explosión empujaba al pistón nuevamente hacia abajo. En su recorrido, los gases resultantes de la combustión eran expulsados por el otro extremo del pistón, y el trabajo de inducción se repetía.

En 1867, Nicolaus August Otto desarrolló un motor mejorado, conocido como el motor atmosférico de pistón libre. El hecho de que consumiera combustible, lo hacía un 60 por ciento más rentable que los motores fabricados por otros productores.

En la primavera de 1876, le siguió el "motor Otto", un motor a gas de cuatro tiempos con carga comprimida, que inicialmente era operado con la ayuda de una llama de gas como fuente externa para la ignición. Justo antes de que finalizara el movimiento del pistón, se introducía la llama en el cilindro, donde encendía la mezcla de aire y combustible, por lo que sólo era posible el uso de combustibles gaseosos. El principio básico utilizado era, y continúa

siendo, sencillo: el combustible es succionado, comprimido y luego quemado. En el cuarto tiempo, los gases resultantes de la combustión, son expulsados.

Tras un corto período de tiempo, el nuevo motor de Otto fue rediseñado por Maybach, hasta que estuvo listo para la producción en serie, siendo introducido en el mercado en 1876 con el nombre de: Motor Deutzer A que tenía una potencia de aproximadamente de 3 caballos de fuerza. Ya al año siguiente, la potencia del motor pudo ser aumentada a 5 caballos de fuerza.

En 1883, Otto finalmente construyó un motor que también funcionaba con petróleo. Karl Benz perfeccionó el motor de cuatro tiempos y presentó el primer automóvil en 1886.

Los motores han seguido mejorando día a día desde entonces, haciéndose más eficientes y buscando cada vez más ser más respetuosos con el medio ambiente, pero no debemos olvidar que si poseemos esta tecnología es en gran medida gracias a personas como Otto o Benz.

2.2- El barco de vapor

El barco de vapor fue el resultado de aunar para un mismo fin los barcos y las máquinas de vapor. Se compone de una caldera, de una máquina de vapor (o una turbina) y de un condensador refrigerado por agua. La transmisión se consigue mediante un cigüeñal para las máquinas de vapor o con una caja reductora para las turbinas.

El primer intento con éxito de hacer navegar este barco se realizó, por parte de John Fitch, en el río Delaware el 22 de agosto de 1787 en presencia de una serie de delegados de la Convención Constitucional. Fitch obtuvo la patente el 26 de agosto de 1791, tras una pelea con James Rumsey, ya que éste había fabricado un invento muy parecido. La idea de Fitch se hizo rentable veinte años más tarde gracias a Robert Fulton, el cual realizó a bordo del Clermont¹ (*ver figura 1*) el primer viaje de Nueva York a Albany surcando el río Hudson, con un recorrido de unos 240 Km. Con el Clermont, Fulton estableció más tarde el primer servicio regular a vapor.

Posteriormente, John Stevens impulsó notablemente la técnica de construcción naval al establecer algunos principios básicos para los barcos de vapor: la caldera sería cilíndrica y de varios tubos, se usaría la hélice en lugar de las ruedas de paletas y el vapor empleado debía estar a alta presión². Hacia finales de siglo, estos motores producían hasta 20.000 caballos de vapor, pero también su utilización se vio limitada por sus enormes dimensiones. Estas mejoras se vieron reflejadas en una mayor velocidad y en un menor consumo, lo que motivó a que los vapores (los barcos de vapor fueron conocidos por ese nombre) se hicieran casi con la totalidad de las rutas comerciales. Los avances metalúrgicos permitieron hacer cascos de hierro y de acero, con lo que se consiguió construir naves de tamaño superior a las que tenían el casco de madera. Además, los nuevos cascos eran más sólidos y ligeros.

Fue finalmente en 1836 cuando Smith y Ericsson hicieron el primer barco con hélice, que acabó sustituyendo finalmente a los que contaban con ruedas de paletas. En 1897, Joseph

¹ Este barco de vapor llevaba unas ruedas con paletas a ambos lados del casco, diseño que durante un tiempo se extendió mucho. Se les conocería como "vapor de ruedas" y muchos llevaban mástiles con velas al mismo tiempo. Tendría mucho éxito en la navegación fluvial, ya que necesitaban poco calado.

² Inicialmente se usaba vapor a baja presión, el cual daba un empuje bastante modesto al cilindro que hacía girar al árbol, siendo éste último el que accionaba la hélice.

Ressel hizo el diseño definitivo de la hélice, que sería utilizado hasta nuestros días, y que hacía un aprovechamiento más eficiente de la energía proporcionada por el motor de vapor. Así como la hélice fue el fin de las ruedas de paletas, el motor diesel, inventado por Rudolf Diesel en 1897 y que hacía uso de la combustión fósil, supuso el fin de la vela pese a los intentos de hacerle frente con los clippers que se mantuvieron hasta principios del siglo XX.

2.3- Elevador

De la necesidad de transportar objetos en vertical surgieron los primeros dispositivos de elevación y transporte que fueron las poleas, los rodillos y los planos inclinados (desplazamiento no estrictamente vertical). Los egipcios utilizaron este sistema para transportar los grandes bloques de piedra en la construcción de las pirámides de Keops. Sobre el 1510 a.C. se sustituyen los rodillos por la rueda lo que disminuye la fuerza de rozamiento y, por tanto, simplifica el trabajo. El período desde el siglo X a.C. al siglo V d.C. es una etapa de gran impulso en el desarrollo de la tecnología de elevación. Hacia 700 a. C. los griegos desarrollaron la técnica de la descomposición de las fuerzas mediante los polipastos (una polea fija y una segunda fijada al objeto que se desea desplazar). Siglos después Eurípides (480-406 a.C.) construye la polea compuesta, elemento importante en el sistema de la elevación. Arquímedes (287-212 a.C.) inventó el tornillo sinfín (principio en el que se basan elevadores de la actualidad) y diseñó lo que podría considerarse como el primer ascensor, que funciona con cables y poleas movidas por el hombre. Arquímedes desarrolló un sistema sobre la multiplicación de la fuerza mediante polipastos.

Posteriormente en el siglo XV d.C. Leonardo da Vinci crea una grúa móvil que facilitaba las labores de construcción en las que hay que elevar cargas pesadas. A pesar de que los elevadores ya existían desde hacía siglos accionados mediante la fuerza humana o animal fue en el siglo XIX, con la invención de la máquina de vapor (nueva fuente de energía), cuando se produjo el gran desarrollo de los ascensores. En 1830, se pone en servicio el primer montacargas accionado por una máquina de vapor en Inglaterra. Tres lustros después, en 1845, se desarrolla un sistema de elevación que utilizaba la polea de tracción con contrapeso (utilizado en muchos de los ascensores actuales). Elisha Graves Otis diseñó un ascensor que disponía de un sistema de seguridad que se accionaba si se rompía el cable y en 1854 realizó una presentación de su aparato cortando el cable para demostrar la seguridad del invento.

El primer ascensor para personas se instaló en 1857 en unos grandes almacenes. Se movía gracias a la acción de la máquina de vapor a una velocidad de 20 centímetros por segundo. En 1867, Leon Edoux diseñó un elevador que ascendía al enrollarse los cables alrededor de un tambor, lo que permitía aumentar la velocidad y el recorrido. El primer ascensor hidráulico se utilizó en 1878, sustituyendo el vapor de agua por agua en estado líquido y comenzó el progresivo desarrollo de éstos hasta alcanzar alturas y velocidades muy elevadas. Por fin en 1889 se pone en marcha el primer ascensor eléctrico accionado por un motor de corriente continua.

El ascensor eléctrico tuvo un gran éxito ya que el coste de instalación y funcionamiento era menor, sin embargo, presentaba el problema de la poca precisión de sus paradas. Este fue corregido con la instalación del sistema Ward Leonard y a partir de entonces se dio paso a los ascensores modernos.

2.4- Locomotora

Ya en los primeros años del siglo XIX algunos “cerebros raros” habían comenzado a proyectar y experimentar algunas extrañas maquinas, que aplicaban los principios y explotaban los descubrimientos que en materia de vapor se habían realizado en los siglos anteriores. Richard Trevithick, inglés de Camborne, Cornualles se aventuró un día de navidad del año 1.800 por su pueblo con un humeante y fragoroso vehículo suscitando el terror de sus conciudadanos e incluso la sospecha de practicar brujería.

Dicha invención no dejó indiferente a nadie y un tal Hill, rico propietario de minas llegó a jugarse 500 libras esterlinas con Trevithick a que esa “abominación” no era capaz de arrastrar más de 2 ó 3 toneladas de carga. El 6 de febrero de 1.804 el *Tram-Waggon* nombre con el que fue bautizada la locomotora arrastro 10 toneladas de acero durante 10 millas a una increíble velocidad para la época de 3'22 Km/h. En este primer trayecto se puso sobre la mesa el principal problema de los transportes sobre raíl, las ruedas giraban en vacío y resbalaban sobre las vías. Tiempo más tarde y gracias a Stephenson (financiado por lord Rawensworth) se pudo comprobar que la adherencia aumentaba con respecto al peso de la locomotora, motivo por el cual las locomotoras se hicieron con el mayor número de ruedas posibles (Ver R1) que transmitían la tracción unidas mediante cadenas y se pudo eliminar el sobrepeso de éstas para conseguir la mencionada adherencia. Se construyó entonces la *Blucher* de 6 toneladas de peso que consiguió arrastrar una carga de 30 toneladas de carbón a unos 6 Km/h.

En 1.823 tuvo la idea de abrir al servicio público una línea ferroviaria que uniría la ciudad de Stockon con la cuenca minera de Darlington. Se construyó con el capital de Edward Pease la primera línea de pasajeros de 61 Km de longitud y con doble vía en dos tercios de su recorrido. Fue el 27 de septiembre de 1825 cuando dicha línea se abrió al público. En el primer viaje la locomotora, al mando del propio Stephenson, transportaba seis vagones cargados de hierro y carbón, 35 viejas diligencias, 21 carrozas ocupadas por 400 valientes pasajeros y un vagón especial para los dirigentes a la velocidad de 20 Km/h consiguiendo adelantar a una diligencia de caballos que corría por una carretera paralela a la vías, este hecho se considera la muerte de las diligencias como medio de transporte.

3. Clasificación

3.1- Transporte terrestre

3.1.1- Automóvil

Según la RAE, un automóvil (**ver figura 2**) es un vehículo que puede ser guiado para marchar por una vía ordinaria sin necesidad de carriles y que lleva un motor, generalmente de explosión, que lo pone en movimiento.

Aunque parece ser que hubo intentos de crear un automóvil en China a finales del siglo XVII, el origen del automóvil tiene lugar en París, donde empezó a circular un triciclo con ruedas de madera con llantas de hierro, siendo la rueda delantera la tractora y que obtenía la energía de una caldera. El artífice de este invento fue un ingeniero e inventor llamado Nicholas-Joseph Cugnot.

En la actualidad, hay varios tipos de automóviles, entre los que destacan los siguientes:

- *Turismo*: Es el tipo más común junto con el monovolumen.
- *Automóvil deportivo*: Se diferencia del turismo en que está diseñado para alcanzar mayores velocidades, tener más adherencia y frenada.
- *Monovolumen*: Automóvil que tiene la cabina, el compartimento del motor y el maletero integrado en un mismo bloque, buscando con esta configuración un espacio interior mayor. Cuenta con mayor número de plazas y con una altura superior a la del turismo.
- *Todoterreno*: Diseñado para circular por superficies no pavimentadas y con pendientes pronunciadas. Su uso es reducido en ciudad.

El automóvil se puede clasificar tanto como un modo de transporte privado (coche particular), como de transporte público, como el taxi (**ver figura 9**). Es el modo de transporte urbano más usado ya que es cómodo, rápido salvo que haya congestión en la red y socialmente apreciado (como pone de manifiesto la subida de las ventas de automóviles en épocas de bonanza económica). Sin embargo también es el que más espacio consume, por lo que es el principal protagonista de los atascos en las ciudades. Es por este motivo, junto con otros como pueden ser la contaminación y el ruido por lo que se están llevando a cabo políticas de favorecimiento del transporte público en detrimento del automóvil, como por ejemplo la supresión de aparcamientos o la eliminación de carriles para coches en las zonas céntricas de las ciudades.

En la actualidad, se están buscando formas de sustituir los combustibles fósiles por alternativas como el hidrógeno o la energía solar y de reducir las emisiones de gases de los automóviles.

3.1.2- Camión

Según la RAE, un camión (**ver figura 3**) es un vehículo de cuatro o más ruedas que se usa para transportar grandes cargas. Por tanto, parece que su principal diferencia con el automóvil sea que se usa para el transporte de mercancías y no de viajeros. Añadiré además que el tamaño es otra clara diferencia entre ambos transportes.

El transporte de mercancías por camión, junto con las furgonetas, es el más usado en el ámbito urbano-metropolitano, por delante del reparto con motocicleta (usado por ejemplo para repartir cartas o comida a domicilio).

Entre los problemas que tienen los camiones se encuentran el ruido, la contaminación y el mayor coste de energía de transportar una tonelada de carga a una distancia de un kilómetro respecto de otros medios de transporte (según el gobierno de los EEUU, el consumo promedio para una tonelada-km es de 337 Kj para el transporte por agua, 221 Kj para el transporte por ferrocarril y de 2000 Kj para el transporte por camión). Para el transporte terrestre de mercancías a larga distancia, es preferible que el transporte se haga mediante ferrocarril o por mar, sin embargo, para transportes en el ámbito urbano-metropolitano el camión no tiene ninguna alternativa mejor.

3.1.3- La bicicleta

Según la RAE, la bicicleta (**ver figura 4**) es un vehículo de dos ruedas de igual tamaño cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera por medio de dos piñones y una cadena.

Sus orígenes se encuentran alrededor de 1817, cuando el barón Carl von Drais hizo un artilugio llamado draisiana que se impulsaba apoyando los pies en el suelo. Sin embargo, existen bocetos de Leonardo da Vinci sobre la transmisión de movimiento a través de una cadena, así como de ruedas con radios y otros elementos característicos de la actual bicicleta. En la actualidad hay multitud de tipos:

- *Bicicleta doméstica*: Son la mayoría de las bicicletas actuales. Destacan por ser ligeras y cómodas, útiles para desplazamientos cortos.
- *Bicicleta de montaña*: Destinada a zonas rurales, donde la inexistencia de firmes para algunos trayectos es habitual.
- *Bicicleta de carreras*: También conocida como bicicleta de carretera, destaca sobre las demás en la velocidad. No es muy común para el transporte urbano o metropolitano.
- *Otras*: Bicicleta playera, tándem, bmx, bicicleta de reparto, triciclo, cuadriciclo, bicicleta reclinada, bicicleta de turismo.

El hecho de que la bicicleta sea un medio de transporte sano, ecológico y barato hace que su uso esté generalizado en países europeos como Dinamarca, Holanda y Alemania y que sea uno de los principales medios de transporte en China, India y en los países escandinavos. Sin embargo, su uso en ciudades con muchos coches está muy limitado, como es el ejemplo de Londres³. En España, su papel está siendo ocupado en gran parte por la motocicleta, que sin duda tiene unos costes sociales (ruido, contaminación, siniestralidad...) mucho más elevados que los de la bicicleta.

3.1.4- Servicio de prestación de bicicletas

Los sistemas de prestación de bicicletas, que proporcionan acceso a estos vehículos por un período corto de tiempo, es una alternativa de transporte que se está instaurando en numerosas ciudades. Existen diferentes sistemas, algunos ofrecen acceso gratuito a las bicicletas mientras que otros cobran una cuota mensual o anual por el uso del servicio. También existen algunos esquemas de funcionamiento mediante estaciones a través de toda una ciudad (**ver figura 5**) dirigidos a los viajeros. Un usuario puede comprar un pase anual o mensual que proporciona acceso a una bicicleta con una tarjeta inteligente. La mayoría de estos sistemas permite a un usuario tomar una bicicleta en cualquier estación y usarla durante aproximadamente una hora, suficiente para la mayoría de los viajeros para llegar a su destino, en donde puede dejar la bicicleta en cualquier otra estación. De este modo se prescinde en gran medida de otros medios de transporte mucho menos respetuosos con el medio ambiente y menos eficientes para trayectos cortos.

Como ejemplo de este nuevo tipo de servicio podríamos señalar un gran número de ciudades a lo largo de toda la geografía española, ya que cada vez son más las ciudades que ven en este un

³ En el 2001 se creó en esta ciudad una estrategia de movilidad, "The Mayor's Transport Strateg", gracias a la cual los índices de consumo de la bicicleta están aumentando.

servicio muy atractivo que no requiere de la inversión de otros tipos de medios de transporte y que además de generar una contaminación nula supone un buen complemento de otros sistemas de transporte en determinadas zonas.

Hay que señalar, por cercanía, que desde septiembre de 2009 la Universidad de Granada ha puesto en marcha un servicio de prestación de bicicletas para facilitar la comunicación entre los diferentes campus y centros de la universidad. En principio se trata de un total de 50 bicicletas distribuidas en 4 puntos automatizados en el campus de Fuentenueva, instalaciones deportivas del campus de Cartuja, la ETSIT de Aynadamar y el Complejo del Triunfo pero se piensa en ampliarlo posteriormente a unas 150 o 200 bicicletas y establecer 5 nuevos puntos automatizados en la Facultad de Traducción e Interpretación, Psicología, el Centro de Lenguas Modernas, la Facultad de Ciencias de Actividad Física y del Deporte y en el PTS del campus de la salud.

3.1.5- La motocicleta y el ciclomotor

Según la RAE, un ciclomotor (*ver figura 6*) es una bicicleta provista de un motor de pequeña cilindrada y que no puede alcanzar mucha velocidad y una motocicleta (*ver figura 7*) es un vehículo automóvil de dos ruedas, con uno o dos sillines y, a veces, con sidecar. Sin embargo, en la práctica la diferencia se reduce a la cilindrada, teniendo el ciclomotor menos de 50cc y la motocicleta más de 50cc. Por ello, hablaremos de ellos de aquí en adelante sin hacer ninguna distinción.

El origen de la primera motocicleta se puede situar en 1885, cuando Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler construyeron una moto con cuadro, cuatro ruedas de madera y motor de combustión interna. Alcanzaba una velocidad de 18 kilómetros por hora y el motor contaba con 0.5 caballos (*ver figura 8*). El motor usado era de cuatro tiempos y fue inventado por Nikolaus August Otto. En los años posteriores aparecieron nuevas variantes, como fueron la scooter y la moto con sidecar.

La motocicleta está compuesta básicamente de un motor de gasolina para generar la propulsión, de una rueda delantera (además de la trasera) que hace la función de eje de giro y que es controlada por el manillar, de suspensiones para intentar mantener el contacto entre la rueda y el asfalto, de frenos y de un chasis con una geometría que va en consonancia con la potencia de la moto.

Una clasificación de las motocicletas es la siguiente:

- *De carretera*: Chopper, de velocidad, scooter, deportiva...
- *De campo*: Cross, enduro, trial, supermoto, todoterreno...

La motocicleta es un modo de transporte motorizado puramente privado, con una gran utilidad en situaciones de congestión. Además, consume menos espacio que uno de sus competidores directos en el transporte urbano diario, el automóvil. Son estas razones, además de tener un coste de adquisición relativamente pequeño, las que hacen que su uso esté difundido por todo el mundo. Sin embargo, cuenta con una alta tasa de siniestralidad (el departamento de transporte de los EEUU afirma que es veintiocho veces superior a la tasa de siniestralidad de los turismos), lo que repercute directamente sobre los costes externos asociados a este modo de transporte.

3.1.6- Taxi

Un taxi (**ver figura 9**), es un automóvil de alquiler con un conductor (taxista) que es utilizado en el servicio público de transporte de pasajeros y cuya finalidad es trasladar una o más personas, que en forma conjunta contratan el servicio y que en general realizan trayectos cortos o medios en el ámbito urbano. A diferencia de los otros tipos de transporte público ciudadano, como son las líneas del metro, tranvía o del autobús, el servicio ofrecido por el taxi se caracteriza por ser *puerta a puerta*. Los primeros taxis fueron idea de Franz de Von Taxis quien, en 1504, y siguiendo el ejemplo de los correos mongoles, que ofrecían servicio postal y transporte, crea la primera línea regular de coches de posta entre Holanda y Francia. No obstante, hubo que esperar hasta 1904 para que Louis Renault inventase el taxímetro, con el que se calculaba el precio de los viajes según los kilómetros recorridos y el tiempo empleado en ellos si bien existen precedentes del sistema desde el mundo romano.

La contratación del taxi puede ser realizada en varias formas, dependiendo de los usos y reglamentaciones del lugar: puede ser por teléfono, llamando a una central que a su vez se comunica con los taxistas (radio-taxi), puede ser tomándolo en la vía pública pudiendo ser en este caso en paradas preestablecidas o incluso a través de emisoras online. En algunas ciudades las paradas antes mencionadas cuentan con un teléfono al cual puede llamar el interesado y que es atendido por el taxista que se encuentre allí esperando pasajeros.

La reglamentación de cada lugar determina si el precio que debe abonar el pasajero por el servicio es el que acuerde en cada caso con el conductor o si por el contrario el taxista está obligado a percibir únicamente una tarifa fijada por la autoridad pública que puede venir definida por tiempo, kilometraje, etcétera. En relación con esto en algunas ciudades los taxis disponen de un taxímetro, aparato que indica el importe a pagar en función de la distancia recorrida, el tiempo transcurrido y la tarifa de aplicación en caso de existir más de una.

Los colores con los que se diferenciaron inicialmente los taxis son el amarillo y el negro. Sin embargo, en la actualidad sólo algunas ciudades mantienen estos colores en sus taxis, como Barcelona, Bombay, Buenos Aires, Montevideo o Santiago de Chile. En Londres los taxis eran totalmente negros (ahora son de todos los colores), y en otras ciudades son exclusivamente amarillos, como en Nueva York (**ver figura 10**), Estambul, Damasco, Bogotá o Atenas. En la mayoría de los centros poblados, sin embargo, se usan distintos colores, o una combinación de ellos, con frecuencia llamativos.

En los últimos años, algunas empresas han estado añadiendo a sus flotas vehículos especialmente adaptados para transportar a los pasajeros minusválidos (**ver figura 11**). Estos taxis suelen denominarse de taxis accesibles y suelen tratarse camionetas o furgonetas que han sido objeto de modificaciones especiales. La silla de ruedas que utilizan los pasajeros se cargan, con la ayuda del conductor, a través de un ascensor o, más comúnmente, mediante una rampa instalados en la parte trasera del vehículo. La silla de ruedas se asegura mediante diversos sistemas, habitualmente algún tipo de cinturón y la combinación de un clip o bloqueos de la rueda. La mayoría de estos taxis en no están reservados exclusivamente para este uso. A menudo son utilizados por personas capacitadas que necesitan para el transporte de equipaje, pequeños artículos de mobiliario, animales y otros artículos. Debido a esto, y puesto que sólo un pequeño porcentaje de la media de la flota se ha modificado, los usuarios de sillas de ruedas a menudo deben esperar a que importantes periodos de tiempo para tomar un taxi.

Las ventajas e inconvenientes de este medio de transporte se pueden identificar con las de un automóvil privado. Los taxis han sido criticados por la creación de la contaminación pero también considerado como una alternativa ambientalmente responsable del uso del automóvil privado. En las ciudades donde los taxis usan combustibles fósiles, estos pueden ser una fuente importante de contaminación. Por otra parte, los taxis disponibles en la ciudad

permiten a algunos habitantes renunciar a la propiedad de un vehículo completo, sobre todo, si la ciudad tiene múltiples modos de transporte público disponibles. Algunas ciudades, como Hong Kong, han impuesto a todos los taxis el uso de gas natural comprimido. Del mismo modo, muchos de los taxis brasileños son vehículos de combustible flexible que funcionan con etanol de caña de azúcar y, en muchos casos, también con gas natural. Otras ciudades, muchas de ellas norteamericanas, están apostando por los vehículos híbridos.

Como curiosidad y frente a los problemas de congestión del tráfico están surgiendo servicios de moto-taxi (**ver figura 12**) en ciudades como París, donde hay unas 12 compañías que prestan este servicio, o algunas capitales latinoamericanas como Caracas. Los buenos resultados en otros lugares donde se dedican principalmente al transporte de personas de negocios han llevado a su implantación en ciudades españolas como Murcia o, más recientemente, en Madrid.

3.1.7- Autobús

La primera línea pública de autobús fue lanzada por Blaise Pascal en 1662, pero esta dejó de operar quince años más tarde, para no volver a encontrar ningún otro ejemplo hasta 1820. Los primeros autobuses, tirados por caballos eran una combinación de un coche de alquiler y una diligencia. Desde 1830 se comenzó a emplear el motor de vapor y paralelamente al mismo comenzó en desarrollo del trolebús. Algo después se empezó a emplear el motor convencional a raíz de su implantación con el desarrollo del automóvil. Tras el primer autobús impulsado de este modo en 1895, los modelos se ampliaron en los años 1900, conduciendo a la introducción extendida de la forma contemporánea de autobuses a partir de los años 1950.

Es el tipo más común de servicio público de transporte en los núcleos urbanos donde se utiliza para el transporte de personas en las ciudades o, hacia y desde la periferia (**ver figura 13**). Estos servicios son a menudo complemento de otros de mayor capacidad como el tranvía o el metro.

La capacidad y el tipo de autobús usado dependen a menudo de la demanda a la que se quiere atender. Encontramos de este modo autobuses de uno o dos pisos (como los míticos autobuses de la ciudad de Londres (**ver figura 14**)), articulados o sencillos y de varios tamaños: desde los normales en torno a 10 o 12 metros hasta los más grandes que llegan a tener 3 cuerpos con dos articulaciones. También encontramos autobuses de dos pisos con el techo descubierto habitualmente usados con motivos turísticos (**ver figura 15**), los cuales suelen hacer trayectos por los puntos más emblemáticos de las ciudades y que, en muchas ocasiones, forman parte de un paquete ofrecido por las agencias de viaje.

Otra variante del autobús, con menos plazas que el habitual, es el **minibús**. Puede ser utilizado como los autobuses de transporte de ruta fija, los autobuses del aeropuerto, como vehículos flexibles en respuesta a la demanda de transporte, con motivos turísticos, incluso como taxis a la demanda de gran capacidad. Escuelas, clubes deportivos, grupos comunitarios y organizaciones benéficas también pueden utilizar los minibuses como medio de transporte privado.

Debemos destacar las medidas que se están llevando a cabo en muchas ciudades (entre ellas Granada) y que tienen como objetivo hacer más atractivo el servicio y mejorar la información que reciben los usuarios sobre los horarios y tiempos de espera. Ejemplos de los mismos

serían, aparte de las páginas web de los urbanos de las distintas ciudades que, a menudo, ofrecen horarios e incidencias, el servicio de horarios a través de mensaje de texto o los paneles informativos en las paradas que informan del tiempo que queda para la llegada de un determinado autobús.

Para acabar señalaremos los pros y los contras de este medio de transporte urbano. Como ventajas, esta su menor emisión de gases a la atmósfera al concentrar más pasajeros que el transporte privado, su coste reducido, tanto en el material como en su implantación, la flexibilidad en su trazado, su buena accesibilidad, etcétera. Pero el autobús también tiene sus desventajas, como, por ejemplo, que, al no ser un modo guiado, tiene menor seguridad, o que posee, en general, menor capacidad que otros medios como el metro. Sin embargo, su mayor defecto es que está integrado en el tráfico general con lo que a menudo se ve afectado por problemas de congestión limitando de ese modo su velocidad y fiabilidad.

3.1.8- Trolebús

El trolebús (*ver figura 16*), también conocido como **trolley** o **trole**, es un autobús eléctrico alimentado por dos cables superiores de los cuáles toma la energía eléctrica mediante dos astas. El trolebús no hace uso de vías especiales o rieles en la calzada como el tranvía sino que su sistema de rodadura es el mismo que un autobús o un coche, lo que hace de este un sistema más flexible.

La historia del trolebús empieza en abril de 1882, cuando Ernst Werner von Siemens hace circular su *Elektromote* por un suburbio de Berlín. La primera línea experimental, desarrollada por Lombard Gérin se puso en marcha para la Exposición Universal de París de 1900. Max Schiemann da un salto decisivo cuando el 10 de julio de 1901 implanta la primera línea de trolebuses para transporte público en Bielathal, en Alemania.

El desarrollo del gran trolebús data de la primera década del siglo XX, cuando pareció ser un punto medio natural entre los vehículos eléctricos (tranvía) y los autobuses a gasolina. Los sistemas de trolebús pueden evitar obstáculos en la vía que un tranvía no puede, lo que aumenta la seguridad y, por otra parte, no requiere la alta inversión de una línea de tranvía. También ofrece una capacidad de transporte intermedia entre los ómnibus y los tranvías (menos capacidad que un tranvía, más que un ómnibus) por hora y por dirección.

Su desarrollo se vio frenado con la expansión del automóvil. Un buen ejemplo de esto es que en Estados Unidos las petroleras y la industria de automóvil fueron condenadas a una multa federal por usar malas artes con las entidades públicas y privadas para la eliminación de tranvías, trolebuses y cualquier otro tipo de transporte eléctrico, como medida para fomentar el uso del automóvil particular en urbanizaciones y todo tipo de transporte por carretera, tolerando los autobuses como mal menor siempre que no compitiera en igualdad de condiciones con el transporte privado.

Entre las ventajas de este medio de transporte podemos señalar que son de particular importancia para ciudades escarpadas o montañosas, donde la electricidad es más efectiva que el motor diesel a la hora de subir pendientes además de tener mayor adherencia que los tranvías. Además, tenemos que resaltar que son cómodos, silenciosos y no tienen virajes bruscos ni vibraciones, por lo que son el medio de transporte ideal para gente de avanzada edad y de movilidad reducida.

Por otro lado, los trolebuses, al igual que todos los vehículos eléctricos, suelen verse como un medio de transporte más compatible con el medio ambiente que los autobuses que consumen

hidrocarburos. Algo muy interesante y que rara vez está presente en otros vehículos (excepto en algunos turismos híbridos) es que pueden generar energía eléctrica a partir de la energía cinética cuando frenan o van cuesta abajo en un proceso llamado frenado regenerativo.

Otra ventaja a señalar es que con la introducción de diseños híbridos, los trolebuses, ya no están necesariamente atados a cables aéreos. Sistemas como Muni en San Francisco, TransLink en Vancouver y Beijing han eludido este problema mediante la instalación de baterías para permitir el viaje a distancias considerablemente lejos de los cables.

En cuanto a las desventajas encontramos que si el trolebús se separa accidentalmente de la catenaria, se para (salvo que cuente con algún sistema del tipo que hemos descrito antes). Por el mismo motivo, los recorridos posibles se limitan a los tramos con catenarias instaladas. Otra de las posibilidades para solucionar este problema es que posean también un motor térmico. Otro factor energético desfavorable es que los neumáticos producen más resistencia que las ruedas metálicas sobre los rieles y, por tanto, un mayor gasto de electricidad respecto a un tranvía.

Como conclusión podemos decir que hoy en día, cuando se dispara el precio de los combustibles derivados del petróleo, el trolebús eléctrico sería muy rentable, sobre todo, en algunos trayectos. Esto repercutiría en el precio del billete, pues sería mucho más barato. Por este motivo el trolebús es muy utilizado, a veces junto al tranvía, en ciudades de Suiza, Austria, Italia, República Checa, Rusia... donde siempre se han preocupado de tener transportes públicos ecológicos, cómodos y rentables.

3.1.9- Tranvía

La palabra tranvía en sus orígenes se utilizaba para denominar a un único vagón motorizado que viaja sobre raíles y que además hace uso de catenarias para proporcionar movimiento a dicho vehículo. El tranvía fue diseñado para el transporte de pasajeros dentro de una ciudad o entre ciudades cercanas entre sí.

El primer tranvía que se instaló fue en Inglaterra en el sur de Wales. Al principio estuvo traccionado por caballos que fueron sustituidos por locomotoras de vapor y finalmente por locomotoras eléctricas. El primer tranvía eléctrico de Gran Bretaña, el *Blackpool Tramway*, fue abierto el 29 de septiembre de 1885.

En España el tranvía fue un medio de transporte muy popular pero que perdió popularidad poco a poco lo que causó la eliminación de este en varias ciudades españolas. El motivo de su desaparición fue el ser un “estorbo” para la circulación por vehículo privado. Sin embargo, en muchas ciudades europeas y en alguna española (La Coruña) el tranvía sobrevivió al vehículo privado.

Algunas ciudades han conservado el tranvía tal y como se dejó en su momento, como el “Tranvía Blau” de Barcelona, la línea 28 de Lisboa (**ver figura 17**) o Milán quien conserva sus viejos tranvías de madera. Sin embargo, en el resto de ciudades europeas el tranvía ha evolucionado alcanzando mejoras sustanciales, como Zürich cuya red tranviaria es la espina dorsal del transporte público de la ciudad o Praga en donde el tranvía es el único transporte público que puede entrar en el casco antiguo de la ciudad.

Debido al colapso de las ciudades españolas producido por el tráfico se está llevando a cabo en varias ciudades la creación de nuevos tranvías bajo diversos nombres comerciales como **“metro ligero”** (A.K.A. M.L.) **(ver figura 18)**.

Sus principales diferencias son: El tranvía es un único vagón frente al M.L. que dispone de varios vagones, la velocidad comercial del tranvía es inferior a los 25Km/h mientras que en el M.L. debe ser superior, el tranvía puede no tener prioridad sobre el tráfico rodado mientras que el M.L. debe tenerlo siempre y finalmente el tranvía es del tipo ST⁴, mientras que el M.L. es del tipo LRT⁵.

Sus ventajas son el bajísimo consumo con respecto a otro medio de transporte (En iluminación, accesibilidad y pasajero-Km), la gran accesibilidad para personas minusválidas, el reducido ancho ocupado debido a su carencia de desplazamiento lateral y el inferior coste de infraestructuras frente al metro o monorraíl.

Sus principales desventajas son un capacidad de pasajeros inferior a otros sistemas, la gran rigidez del trayecto debido a su incapacidad de sortear edificios o similares y la incapacidad técnica de sortear dificultades en el trayecto tales como vehículos, manifestaciones u obras.

3.1.10- Monorraíl o Monorriel (lat.)

Se puede afirmar que es la evolución del tren tal y como lo conocemos hasta ahora. Por ello lo único que comparte con éste es el uso de una guía o raíl en su trayecto en vez dos **(ver figura 19)**. Ha de tenerse en cuenta el mal uso de la palabra monorraíl como sistema de transporte ferroviario elevado, un monorraíl solo es tal si usa un único riel.

El primer monorraíl fue creado en 1820 por el ruso Iván Elmanov, pero la primera patente está a nombre de Henry Palmer (1821). Tras pasar por curiosos prototipos (monorraíl giroscópico) se empezó a desarrollar este tal y como es ahora. Primero se instaló el monorraíl en varios parques temáticos Disneyland (1959) y aeropuertos, poco después se instaló el monorraíl de Tokio (1964) que es actualmente la línea con mayor intensidad de pasajeros-tiempo cuya media es de 127.000 pasajeros por día y que en 2007 había transportado a 1.500 millones de pasajeros. Sin embargo su despegue vino propiciado por la Crisis del Petróleo y la posterior congestión en las ciudades.

Hoy en día los monorraíles más importantes, usados como transporte público, están situados en Kuala Lumpur, Sidney, Seattle y Las Vegas; en esta último es el principal medio de transporte urbano **(ver figura 21)**.

Este transporte se mueve apoyado o suspendido **(ver figura 20)** en una ancha viga de hormigón (o acero) y se impulsa con un sistema de ruedas neumáticas, aunque existen prototipos de propulsión magnética. Los motores son eléctricos y recogen la energía de los laterales de la viga. Su principal problema consistió en desarrollar el mecanismo de cambio de vía, lo que implicó que todos los monorraíles antiguos fueran circulares. Hoy en día ese problema está superado.

⁴ Street Transit. Trenes que utilizan una plataforma mixta, es decir, comparte está con el tráfico rodado y es influido por este

⁵ Light Rail Transit. Trenes que usan una plataforma semiexclusiva pero que coincide con el resto de tráfico únicamente en los semáforos y cruces

Sus principales ventajas son la reducida anchura de las infraestructuras lo que implica una mayor estética y un menor espacio requerido por los pilares y su sistema de propulsión neumática lo que implica un movimiento silencioso y sin vibraciones, una mayor capacidad de subir pendientes que los trenes y la imposibilidad de descarrilar por el propio sistema lo que aumenta considerablemente su seguridad. Finalmente no es influido por el tráfico rodado.

Sus principales desventajas son el reducido número de personas que transporta por vagón debido a su reducido ancho y la dificultad de acceder al mismo para una persona con discapacidades físicas⁶.

3.1.11- Metro

El metro (**ver figura 22**) es un sistema ferroviario de transporte de viajeros que se usa en las grandes ciudades debido a su gran capacidad (la capacidad máxima alcanzada es de 80000 personas por hora y sentido, en Hong Kong). Es un transporte público, que cubre una alta demanda y clasificable como de categoría 1. Funciona sobre railes, con tracción eléctrica y con un trazado fijo. Para que una ciudad pueda albergar un metro, tiene que contar con una población de al menos un millón de habitantes. Puede ser tanto subterráneo como elevado.

El **tren elevado (ver figura 23)** dispone de plataforma independiente que está suspendida mediante unos pilares sobre el suelo. Esta plataforma facilita los cambios de direcciones de los trenes frente a otros sistemas como el monorraíl, y cuya construcción es más barata. Además, si tienen el ancho compatible, en un mismo recorrido puede pasar de ser subterráneo a ir elevado si fuera necesario. Tiene una capacidad similar al subterráneo y un coste menor en infraestructuras, sin embargo, estas son muy grandes y antiestéticas y el sistema es muy ruidoso (cuando pasa el tren) y tiene unas vibraciones notables, lo que produce malestar a los vecinos. Actualmente existen trenes elevados (en todo su recorrido) en ciudades como: Docklands (DLR), Nueva York (Airtrain JFK) y Vancouver (Skytrain).

El primer metro fue el de Londres, inaugurado en 1863, cuando Londres era la ciudad más poblada del mundo. Al de Londres, le siguieron los metros de Nueva York, Estambul, Budapest, Glasgow...

Algunas de las ventajas del metro son la capacidad de transportar la mayor capacidad con el mínimo uso del suelo, lo que conlleva un menor impacto ambiental; la seguridad, ya que la probabilidad de que se produzca una colisión frontal es mínima debido al uso de doble vía; el aumento del valor del suelo que produce en las zonas cercanas y el impulso al desarrollo económico de estas zonas.

Los inconvenientes del metro son su elevado precio de construcción, su rigidez de trazado, sus pendientes limitadas y su baja accesibilidad (sólo se puede acceder al metro a través de una estación).

⁶ Aunque existen monorraíles a ras de suelo (magnéticos de larga distancia) , lo normal en ciudades es usar sistemas elevados o subterráneos

3.1.12- Cercanías (ver figura 24)

El nombre de Cercanías™ propiedad de RENFE es el nombre de facto⁷ que denomina a una red de trenes suburbanos⁸ de alta eficiencia y con unos itinerarios sincronizados que permiten un tráfico más denso. Suelen conectar entre sí una ciudad principal con una serie de núcleos de población dormitorio o núcleos-satélite.

En longitud de recorrido están situados entre los sistemas de metro y la red de trenes convencional. Al sistema de Cercanías™ se le denomina así cuando hace trayectos ferroviarios no superiores a una hora y dentro del ámbito metropolitano.

Actualmente se encuentran Cercanías™ en ciudades españolas como Asturias, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Madrid, Málaga, Murcia/Alicante, Santander, San Sebastián, Sevilla, Valencia y Zaragoza (ver figura 25). Sin embargo desde 1978 algunas comunidades autónomas crearon sus propias empresas ferroviarias y con esto un sistema de líneas similar a las líneas de cercanías™ que pueden ser considerados como tal⁹. Algunos ejemplos son el FGC, FGV, SFM y el EuskoTren. Algunas de estas líneas como el EuskoTren están basadas en antiguas líneas de vía estrecha (FEVE) y por ello usan el ancho de vía correspondiente a éstas.

Aunque cada red de Cercanías™ tienen características diferentes la mayoría de las redes actuales suelen ser al menos de doble vía electrificada (incluso de cuádruple vía). Con respecto al ancho de vía suele variar de un lugar a otro pero se suele reutilizar el ancho de vía que esté en la zona y es normal ver líneas de Cercanías™ con varios anchos de vías teniendo que cambiar la maquinaria el ancho de vía con la consecuente pérdida de tiempo (y un mayor costo en la maquinaria).

Los horarios y la intensidad de trenes dependen de cada ciudad pero suele estar orientado a un mayor número en las principales horas de entrada y salida laborales pues es su principal uso. En algunas ciudades españolas se ha implantado el sistema de trenes CIVIS copiando el sistema anglosajón de metro de triple vía, estos trenes no realizan paradas en todas las estaciones saltándose algunas y avanzando más rápido. De esta manera puede darse la situación para el cliente que sea preferible esperar 15 minutos a la aparición de un tren CIVIS a coger un tren que pare en todas las estaciones.

Este sistema no es exclusivamente español, ya en 1882, en Berlín se construyeron vías de trenes (a vapor) separadas de uso exclusivo para los trenes suburbanos operados por Preußischen Staatseisenbahnen que pueden ser consideradas como las primeras líneas de cercanías™. Posteriormente se electrificaron las vías pero en vez de hacerse mediante catenarias se hizo mediante un tercer rail lo que evito las modificaciones de túneles y puentes ya construidos. Finalmente fueron denominados *S-Bahn* y es el equivalente alemán a nuestra red de cercanías (y la más famosa del mundo).

Prácticamente la totalidad de países desarrollados con ciudades del tipo planetarias o estrella poseen una red de Cercanías™ pues es la solución más efectiva a los problemas de cogestión producidos por los habitantes del extrarradio que se dirigen a la ciudad con el posterior problema de aparcamiento.

⁷ Nombre comercial por el cual se conoce un producto por la sociedad. Ej: aspirina, papel Albal...

⁸ Del inglés: Suburban commuter railroad or commuter railway.

⁹ En términos de commuter railway.

Sus ventajas son la reutilización de las redes ferroviarias, esto supone un ahorro en maquinaria y en gran parte de la infraestructura ya que puede compartir su uso con trenes convencionales; además la maquinaria posee mayores dimensiones lo que permite albergar a más personas y mejorar el ratio pasajero-km.

Sus desventajas son el alto costo de la infraestructura dentro de la ciudad debido al tamaño del tren (túneles y estaciones de mayor envergadura).

3.1.13- AVE

A.V.E. TM es el acrónimo de Alta Velocidad Española, nombre comercial propiedad de RENFE reservado a aquellos trenes que viajan a unas velocidades que han de ser elevadas (**ver figura 26**).

Es un servicio que une diferentes ciudades y por tanto *se sale del ámbito metropolitano* sin embargo he decidido añadirlo debido a que se le pueden dar usos como tal. El hecho de ser un transporte rápido incluye que sea poco accesible¹⁰ y que en un viaje del mismo se realicen escasas o ninguna parada con la intención de acortar los tiempos entre destino y origen. Por esta razón es capaz de realizar grandes distancias en periodos escasos de tiempo.

Esto último le permite ser utilizado como un sistema de cercaníasTM directo entre las ciudades que dispongan de este servicio (**ver figura 27**). Existen muchas personas que tienen su residencia en Toledo y que usan el AVETM para ir a trabajar a Madrid¹¹ en un trayecto de tan solo 30 minutos de duración. Incluso RENFE ofrece un billete que incluye los servicios CercaníasTM y del AVETM en un único precio.

Sus ventajas son la capacidad de recorrer grandes distancias en periodos cortos de tiempo, la posibilidad de adquirir billetes que incluyen el transporte combinado, una baja contaminación y grandes comodidades en el tren (Internet lo que permite iniciar la jornada laboral en el vehículo gracias al teletrabajo).

Sus desventajas son el grandísimo coste de infraestructuras debido a que no es un sistema metropolitano, generalmente sólo existe una única parada de destino (rigidez del trayecto) aunque esta “suele” tener buenas comunicaciones con el resto de la ciudad y el coste del billete no está al alcance de todos los bolsillos.

3.2- Transporte marítimo o fluvial

3.2.1- Bus-barco

El bus-barco (**ver figura 28**), en inglés “*water-bus*”, es una embarcación que transporta pasajeros usualmente en un entorno urbano. Desempeña el mismo papel que un autobús de tierra pero en el agua, por tanto es un transporte público con un servicio programado y un recorrido prefijado con muchas paradas lo que lo diferencia del ferry ya que éste solamente suele realizar un trayecto entre dos puntos. Algunas de las ciudades con éste servicio son Buenos Aires, Londres, París, Chicago, Nueva York, Sídney o Venecia.

¹⁰ Rigidez en el trayecto.

¹¹ Igual pasa con el servicio Zaragoza – Barcelona.

Uno de los más famosos es el llamado vaporetto (**ver figura 29**) que es un autobús acuático y el medio de transporte más utilizado en Venecia, tanto para moverse dentro de la ciudad de Venecia por los canales, como para desplazarse hacia las vecinas islas de Murano, Burano o La Giudecca. Es el vehículo principal de la ACTV, autoridad de transporte de la región, que ofrece un servicio de transporte público eficiente. Aunque es más rápido desplazarse a pie, es un medio muy solicitado por los turistas ya que permite realizar un tour por diferentes zonas de la ciudad a una velocidad baja. Sin embargo, existen otras líneas que son más rápidas o que conducen a zonas más alejadas. Estas últimas serían las líneas terminal. La línea más famosa y utilizada por los turistas es la 1 que une la Piazzale Roma con la Plaza de San Marcos. A menudo, modifican los recorridos de las líneas (18 en total) para adaptarse a las necesidades de transporte de la ciudad.

El primer vaporetto al que se llamó Regina Margherita apareció en 1881 y estaba controlado por la empresa "Compagnie des bateaux Omnibus". Esta empresa desapareció abriendo paso a una nueva denominada S.V.L. que posteriormente sería sustituida por A.C.N.I. Actualmente, como se ha comentado con anterioridad, es la ACTV quien ofrece el servicio de transporte público. ACTV posee 600 autobuses terrestres y 120 acuáticos (la mayor parte de ellos vaporettos), y estima que transporta cada año aproximadamente a 180 millones de pasajeros.

Por otra parte este medio de transporte, aún siendo más barato que otros, es caro. Además presenta un gran inconveniente y es la baja velocidad del barco y el elevado tiempo de espera para poder utilizarlo (puede llegar a una hora) debido a la aglomeración de turistas.

Podríamos, por tanto, decir que es un medio para realizar turismo pero no es aconsejable si lo que se desea es viajar rápidamente a otro punto de la ciudad.

3.2.2- Ferry

Un transbordador o ferry es una embarcación que transporta pasajeros y, en ocasiones, vehículos que forma parte del transporte público de muchas ciudades importantes situadas en la costa o en grandes lagos o ríos como pueden ser Barcelona, Estambul, Hong Kong, Nueva York, San Francisco, Sidney o Ámsterdam. Puede realizar un transporte entre dos puntos de la ciudad o entre islas cercanas, aunque también permite conectar ciudades a gran distancia. Existen diferentes tipos de vehículos:

- **Catamarán (ver figura 30):** es un tipo de embarcación que consiste en dos cascos unidos por un marco lo que les permite alcanzar una mayor velocidad. Pueden ser propulsados a vela o motor. Podríamos señalar el origen de esta embarcación hace 3 o 4 milenios ya que los navegantes austronesios utilizaban canoas de doble casco propulsadas a vela para colonizar la Polinesia. Actualmente se construyen catamaranes motorizados de grandes dimensiones que reciben el nombre de Mega Catamaranes y pueden alcanzar los 44m de eslora.
- **Aerodeslizador (ver figura 31):** en inglés *hovercraft*, es un vehículo que se sustenta al lanzar un chorro de aire contra una superficie que se encuentra debajo de él; esto genera un colchón de aire que le permite moverse sobre cualquier superficie horizontal regular. Puede llegar a superar los 150km/h. Fue en 1952, tras diversos

intentos previos de otras personalidades, cuando el inventor británico Christopher Cockerell propuso una solución práctica para un vehículo de este tipo. Su mejora más significativa fue el desarrollo de un sistema periférico a chorro para mantener el colchón de aire bajo el vehículo. El primer aerodeslizador de pasajeros verdadero fue el Vickers VA-3, el cual transportaba pasajeros regularmente a lo largo de la costa septentrional del país de Gales, entre Wallasey y Rhy. Actualmente están siendo sustituidos por los catamaranes en el caso de transporte de pasajeros.

- **Hidroala (ver figura 32):** es un tipo de barco cuyo casco sobresale del agua cuando la velocidad es lo bastante elevada, gracias a la acción de un plano de sustentación o ala. Esta técnica permite a los barcos aumentar su velocidad disminuyendo la fricción entre el casco y el agua y evitar los efectos de las olas. Alexander Graham Bell y Casey Baldwin comenzaron sus estudios, basándose en estudios anteriores de Meacham y Forlanini, en 1908 lo que les llevó a desarrollar el hidroala. Al igual que el aerodeslizador está siendo sustituido por el catamarán, sin embargo
- **Ro-Ro (acrónimo del término inglés Roll On/Roll Off (ver figura 33)):** es un tipo de ferry con una gran capacidad que transporta cargamento rodado como, por ejemplo, automóviles, camiones o trenes. Mediante rampas se puede descargar (roll off) el cargamento haciéndolo rodar (de ahí el término inglés “roll”) y cargarlo (roll on) al barco.
- **Ferry con cable (ver figura 34):** Para distancias muy cortas, por ejemplo en ríos, el ferry es propulsado y dirigido por cables que están conectados en ambas orillas, aunque a veces es dirigido por alguien desde la embarcación.

Son muy estables, fácilmente manejables, alcanzan grandes velocidades y su coste es mucho menor a la construcción de puentes. Su principal desventaja es la contaminación atmosférica y su baja velocidad para transportes de pasajeros en trayectos cortos además de la rigidez de trayectos. La media de emisión de dióxido de carbono por pasajero kilómetro es de 0.12 kg, sin embargo hay algunos ferris que pueden llegar a 0.4kg de CO₂.

3.3- Transporte por cable

3.3.1- Ascensor

Un ascensor es un sistema de transporte vertical diseñado para movilizar personas o bienes entre diferentes alturas. El ascensor eléctrico (ver figura 35) consiste en una cabina sustentada por cables que se desplaza dentro de un hueco con guías verticales de acero, con dispositivos de subida y bajada. En el ascensor hidráulico (ver figura 36) el movimiento se consigue mediante un pistón que asciende al introducir aceite a presión y desciende cuando se vacía. El desarrollo del ascensor moderno ha afectado profundamente a la arquitectura y ha supuesto una mayor evolución de las ciudades, al permitir la construcción de edificios de considerable altura. Es uno de los medios de transporte más utilizados en el mundo.

En muchas ciudades del mundo los ascensores se usan como un medio de transporte urbano ya sea por la dificultad del terreno (accediendo a zonas de la ciudad más elevadas) o para acceder a edificios de considerable altura como el Taipéi 101, que es el rascacielos más alto del mundo con 529 metros, situado en Taipéi (Taiwán).

El coste total de un ascensor (costes directos de su instalación y mantenimiento y costes indirectos por el espacio que ocupan) es demasiado alto como para tolerar una instalación ineficiente. Los ascensores deben estar situados y diseñados para prestar el servicio necesario con una mínima inversión. Deben proporcionar capacidad de operatividad suficiente para atender la demanda de tráfico, con tiempos cortos de espera y un uso óptimo del espacio. Por ello es necesario que estén centralizados garantizando un fácil acceso.

El ascensor es el medio de transporte más eficiente y económico que permite ascender o descender a otros niveles. Para personas con discapacidades físicas es la única forma de desplazamiento en un edificio. Al funcionar con energía hidráulica o eléctrica no contamina y es silencioso. Además, ante un corte de la electricidad, el ascensor hidráulico desciende al nivel inferior de manera que no quedan personas encerradas. Como desventaja se podría señalar que en lugares con gran número de personas el tiempo de espera es elevado al no existir un número suficiente de medios.

3.3.2- Funicular

El funicular (*ver figura 37*) es un medio de transporte usado para superar grandes pendientes y que cuenta con dos cabinas enlazadas por un cable sobre una vía de ferrocarril de tal forma que mientras uno sube el otro baja, lo que permite aprovechar la energía potencial del que queda en la parte superior para subir el inferior a la vez que se frena el que está bajando. Los vagones suelen compartir la misma vía salvo en el punto medio donde se bifurca para que puedan pasar a la vez, ahorrando de esta manera espacio aunque hay algunos más antiguos en los que cada cabina posee una vía. Surge como alternativa al ferrocarril para salvar grandes pendientes en trayectos cortos.

El primer funicular fue el Reisszug (*ver figura 38*), un funicular privado que permitía el acceso a la Fortaleza de Hohensalzburg en Salzburgo (Austria). Su origen se sitúa sobre el 1495 o 1504 y, por entonces, se accionaba mediante la fuerza humana o animal aunque actualmente se desplaza gracias a un motor eléctrico. Tiene una longitud de 190 metros y una altura de 80 metros superando un gradiente máximo del 67%. Es capaz de transportar 3 pasajeros a una velocidad de 0.5 m/s, por lo que el trayecto tiene una duración de 5 minutos y 45 segundos.

El primer funicular del mundo accionado por una máquina de vapor fue el que unía Rue Terme con Croix Rousse y fue inaugurado en Lyon (Francia) en el año 1862. La primera aplicación para transporte de viajeros se hizo en Dusino (Italia), y un año después en Lyon para superar rampas de planos inclinados de hasta un 60%. El primer funicular con motor eléctrico fue el de Suiza. A partir de entonces, comenzó a construirse una gran cantidad de funiculares en multitud de ciudades como Viena, Estambul, Barcelona (hay tres funiculares: el de Montjuïc, el de Vallvidrera y el del Tibidabo), París, San Francisco o Los Ángeles.

Este transporte tiene grandes ventajas, por su seguridad, funcionalidad y capacidad de transporte y su adaptación tanto a las zonas urbanas como a las de montaña siendo uno de los modos más ecológico, económicos y confortables de acceso a niveles superiores.

3.3.3- Teleférico

El teleférico (*ver figura 39*) es un sistema de transporte público constituido por cabinas colgadas de una serie de cables. El sistema está compuesto por dos o más cables; el primer cable está fijo y sirve para sostener las cabinas, el segundo está conectado a un motor (ubicado en la estación) y hace mover las cabinas. Algunos teleféricos usan dos cabinas por tramo (una en un sentido y otra en el contrario) mientras que otros tienen varias cabinas suspendidas simultáneamente en cada sentido. Este transporte se usa en zonas con grandes diferencias de altura, donde el acceso por carretera o ferrocarril resulta difícil.

El español Leonardo Torres Quevedo construyó en 1907 el primer teleférico para el transporte público de personas, localizado en San Sebastián. Tenía capacidad para 18 personas y el trayecto se realizaba en un tiempo aproximado de tres minutos. Actualmente el teleférico presta servicios de tipo turístico como los teleféricos prestados por el teleférico de Madrid, Barcelona, Nueva York, Caracas, Lisboa o Río de Janeiro.

Sin embargo en Medellín (Colombia) existe un sistema denominado “Metrocable” (*ver figura 40*) que es un sistema de transporte público que une el metro de la ciudad con el teleférico. El Metrocable de Medellín consta actualmente de dos líneas, la línea K y la línea J, que enlazan con las líneas de metro A y B, de manera que el Metrocable sirve también como fuente alimentadora del Metro. En ambas líneas las cabinas tienen una capacidad de 10 pasajeros y se desplazan a una velocidad de 5 m/s a lo largo de un trazado de longitud 2.072 m y 2.789 m, respectivamente. El Metrocable conecta tres de las cuatro comunas colindantes del cerro integrándolo, además, como un núcleo metropolitano dentro de la red de transporte público. Busca transportar de forma masiva a personas con bajos recursos económicos desde las zonas con acceso deficitario de la forma más sencilla y barata. Por ello el mismo billete sirve para utilizar el teleférico y el metro permitiendo un ahorro económico y, además, un ahorro de tiempo de viaje (hasta 30 minutos). Cerca de 120000 personas se benefician de forma directa del Metrocable y otras 350000 lo hacen de forma indirecta ya que se han creado cerca de las estaciones nuevas infraestructuras (plazas, zonas verdes, áreas deportivas, bibliotecas, comedores escolares, etc.). Por otra parte este sistema también puede prestar un servicio turístico, de manera que ha generado puestos de trabajo al crearse negocios para atender a los turistas.

Como desventajas se puede señalar la baja capacidad y velocidad a la que se desplazan las cabinas y que sólo podría utilizarse en ciudades donde exista un gran desnivel. Por otra parte este medio de transporte posee grandes ventajas como el limitado espacio que ocupa (sólo las estaciones), que requiere muy poco personal y que al usar energía eléctrica su desplazamiento es barato, no contamina y es muy silencioso, problemas que afectan a la ciudad actual.

4. Conclusión

Como hemos podido observar, todos los medios de transporte existentes tienen una serie de ventajas e inconvenientes, por lo tanto habrá que estudiar para cada ciudad qué modo de transporte le conviene potenciar más y a qué modo de transporte deberá limitar más el uso. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, es la combinación de varios de los modos de transporte que hemos explicado anteriormente la solución al transporte urbano y metropolitano.

5. Bibliografía

Transportes terrestres - J.K. Bridges

Trenes de alta velocidad por dentro y por fuera - David Biello

Road and Rail Transportation (History of Invention) – Harriet Williams

Revista: Ingeniería y territorio

Revista DGT

FARS ENCYCLOPEDIA

<http://www.tudiscovery.com>

<http://www.transportesrober.com>

<http://www.abc.es/20091106/nacional-madrid/moto-taxi-transporte-publico-200911061359.html>

<http://www.ecomovilidad.net/granada>

<http://www.wikipedia.es> (en sus variantes española, inglesa y francesa)

<http://www.mundocaracol.com>

<http://www.vidasostenible.org>

www.lvmonorail.com

www.fomento.es

www.adif.es

<http://usuarios.lycos.es>

<http://www.proyectosalanhogar.com>

<http://www.visitavenecia.com>

<http://www.alilaguna.it/>

<http://www.visitandoeuropa.com>

<http://www.tmb.net>

<http://ropdigital.ciccp.es/>

<http://www.torresquevedo.org>

<http://www.construmatica.com>

ANEXO: FIGURAS e IMÁGENES

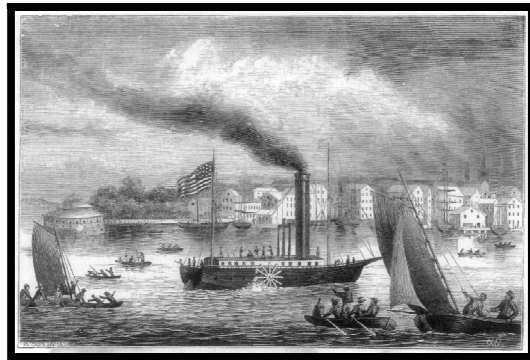


Figura 1.- Clermont



Figura 2.- Automóvil



Figura 3.- Camión



Figura 4.- Bicicleta actual



Figura 5.- Estación de préstamo de bicicletas



Figura 6.- Ciclomotor



Figura 7.- Motocicleta



Figura 8.- Primera motocicleta



Figura 9.- Taxi Londres



Figura 10.- Taxis New York



Figura 11.- Taxis adaptados con rampa de acceso



Figura 12.- Moto-Taxi París



Figura 13.- Autobús urbano Madrid



Figura 14.- Autobús de dos pisos, Londres



Figura 15.- Autobús turístico Roma



Figura 16.- Trolebús



Figura 17.- Línea 28 de Lisboa



Figura 18.- Metro ligero de Zwickau en Alemania



Figura 19.- Estación de monorraíl

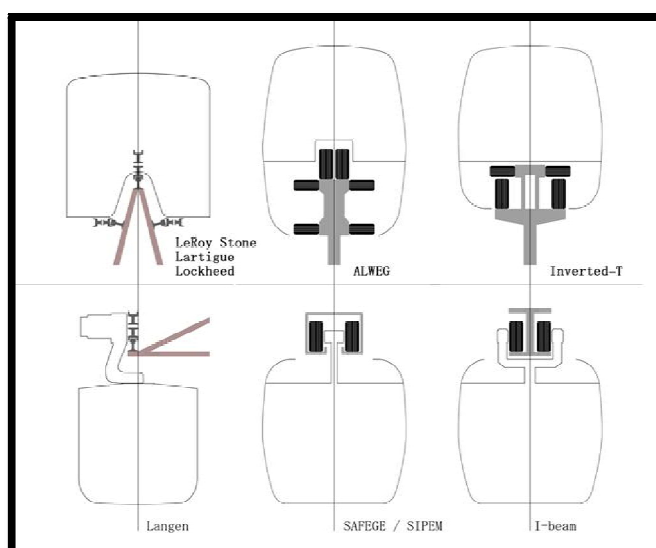


Figura 20.- Tipos agarre de monorraíl

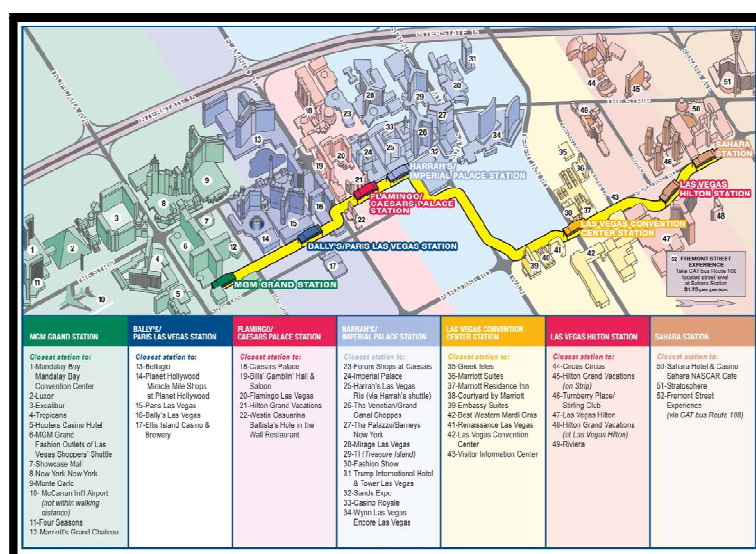


Figura 21.- Mapa del monorraíl de las Vegas



Figura 22.- Metro



Figura 23.- Tren elevado



Figura 24.- Tren de cercanías



Figura 25.- Ciudades con servicio de Cercanías



Figura 26.- Locomotora TALGO 350



Figura 27.- Red actual de ferrocarriles de España (ancho europeo)



Figura 28.- Bus-barco



Figura 29.- Vaporetto



Figura 30.- Catamarán



Figura 31.- Aerodeslizador



Figura 32.- Hidroala

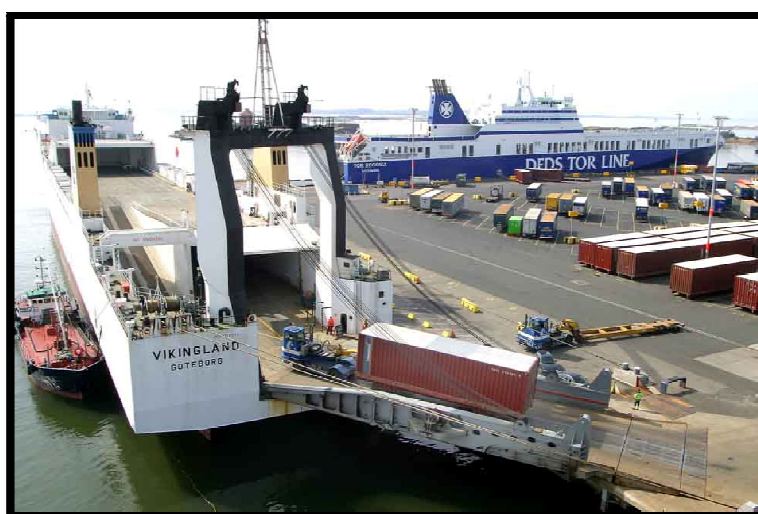
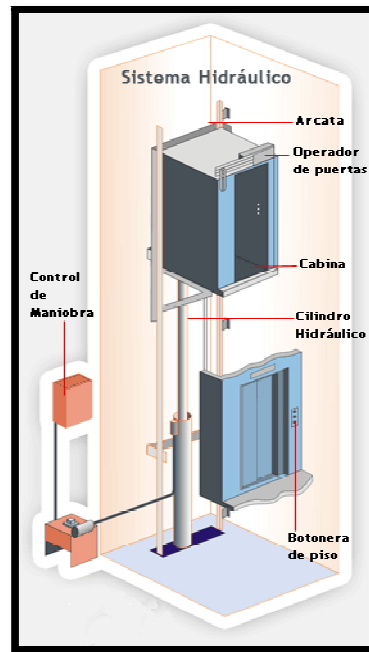
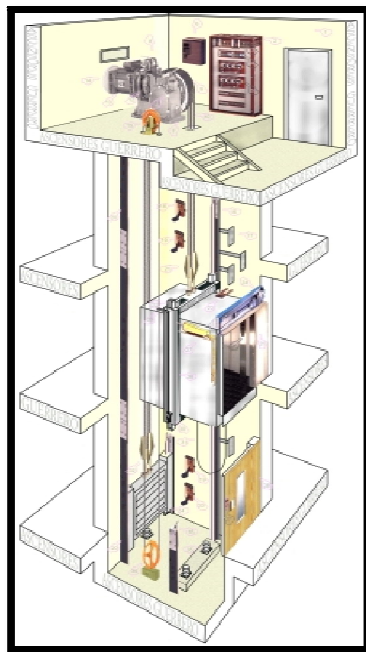


Figura 33.- Ro-Ro



Figura 34.- Ferry con cable



Figuras 35 y 36.- Ascensores eléctrico e hidráulico



Figura 37.- Funicular



Figura 38.- Funicular Reisszug



Figura 39.- Teleférico



Figura 40.- Metrocable